

V-65 格子パネル型埋設ジョイントのダメージ推定について

日本道路公団	正員	鈴木 一隆
長岡技術科学大学	正員	高橋 修
長岡技術科学大学	正員	丸山 暉彦
ジャパンコンステック(株)		稲葉 武男

1. はじめに

格子パネル型埋設ジョイントの現行の設計法は、橋梁の設計伸縮量による舗装体の変形が許容ひずみ以下であるという条件のみに基づいている。実際の桁伸縮は日々の短い周期の伸縮を繰り返しながら年間の大きな変動を呈しており¹⁾、一日周期の伸縮が埋設ジョイントに及ぼす影響（これをダメージと呼ぶ）がどれほどのものなのか知る必要がある。埋設ジョイントの破壊（クラックの発生）も一般のアスファルト混合物の舗装体と同様にダメージの累積による疲労破壊が支配的と考えられる。本研究は格子パネル型埋設ジョイントのダメージ推定を行い、その疲労特性について検討した。

2. ダメージ推定の方法

本研究では、姫野ら¹⁾が散逸エネルギーの概念を応用して誘導した疲労破壊基準を埋設ジョイントに適用してダメージ推定を行った。ダメージ推定の手順は図1に示すとおりで、式(1)によって応力とひずみが同一条件とみなせる期間*i*における破壊回数 N_i を求めその逆数 $1/N_i$ を1回のダメージとし、式(2)によるその総和 D_m が1になったときに破壊が起こるものとする。式中の σ_o は応力振幅、 ϵ_o はひずみ振幅、 ϕ は応力とひずみの位相角である。

$$N_i = (6.7 \times 10^{-6} \pi \sigma_o \epsilon_o \sin \phi)^{-2.4} \quad \text{----- (1),}$$

$$D_m = \sum_{i=1}^m \frac{1}{N_i} \quad \text{----- (2)}$$

実際のジョイントでは気象条件が複雑で桁の伸縮も不規則であるため、次の3つを仮定してダメージの推定を行った。①気温とジョイント部の温度は一ヶ月間毎日同じ一日周期の変動を続け、月が変わると平均温度と変動幅が変化する。②一年周期の舗装体のひずみはひずみ速度が小さいためダメージ推定には考慮しないものとし、一日周期のひずみのみを対象とする。したがって、舗装体のひずみも温度変化と同様に、図2に示すように変動する。③伸縮する橋体の温度は気温とほぼ等しい。

式(1)から N_i を求めるために必要なひずみ振幅 ϵ_o 、スティフネス S および位相角 ϕ はそれぞれ表1に示した式より算出した。一日周期のひずみ振幅は桁の伸縮量とひずみ集中係数 K_s ³⁾より求められ、スティフネスと位相角の式は温度を種々変化させた24時間周期の室内実験から得た回帰式である。さらに、スティフネスの計算には舗装体の温度が必要であるが、これは図3に示すように、日射による熱の流入と、舗装体と気温の温度差による熱の伝達をモデル化し、1次元のFEMによる温度解析を行って表1に示す回帰式を求めた。

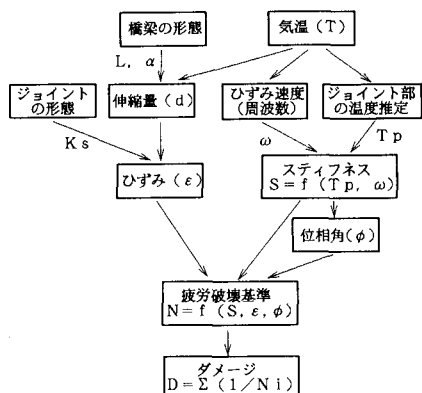


図1 ダメージ推定のフロー

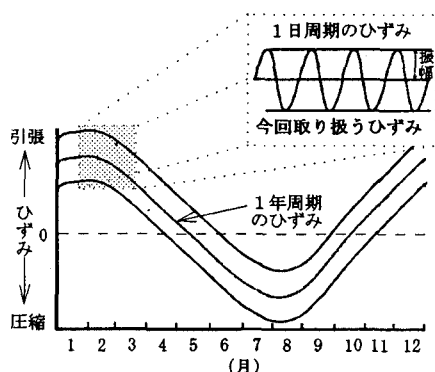


図2 ジョイント部の実際のひずみと単純化したひずみ

表 1 ダメージ推定に必要な計算式

項 目	計 算 式	式 の 誘 導
ひずみ振幅	$\varepsilon_o = K_S \frac{\alpha L T_a}{l}$	桁の伸縮量とひずみ集中係数より
スティフネス	$S = 410 \times 10^{-0.012 T_p}$	室内試験による回帰式
位 相 角	$\phi = 0.24 \times \log S - 0.215$	室内試験による回帰式
舗装体の温度	$T_p = 1.0 T_a + 0.4 Q_{sum}$	FEM 温度解析による回帰式

ここに、 L ：伸縮桁長、 α ：線膨張係数、 T_{aa} ：月平均気温に対する一日周期の振幅、

l : 埋設ジョイントの伸縮区間長、 T_a : 月の平均温度、 Q_{sum} : 月平均の一日の日射量

3. ダメージ推定の例

ダメージ推定の例として、図 4 に示すような状況を想定した。図 5 は新潟市を想定した場合の月間ダメージの変動であり、4 月と 11 月にダメージが大きい。図 6 は年間ダメージとひずみ集中係数の関係である。年間のダメージが 1 のとき 1 年で、ダメージが 0.1 のとき 10 年でジョイントは疲労破壊することを意味しており、新潟市ではひずみ集中係数が約 40、札幌では約 30 以下であれば設計寿命 10 年を満たすことができる。

4. まとめ

本研究では、一日周期の気温の変化による埋設ジョイントのダメージ推定を行い、季節では初春や晩秋、地域では寒冷地でダメージが大きくなることが判明した。ここでは単純化のためにかなり大胆な仮定を設定したが、現場の伸縮作用はかなり複雑で今回の推定結果は実際よりも多少小さめと考えられる。本研究のダメージ推定方法をさらに発展させれば、設計寿命を考慮に入れた埋設ジョイントの設計法を構築できると考えられる。

参考文献

- 1) 高橋 修, 丸山暉彦, 稲葉武男, 中山 朗: 格子パネルを用いた埋設ジョイントの変形挙動について, 土木学会第 48 回年次学術講演会講演概要集, 第 5 部, pp.796-797, 1993.
- 2) 姫野賢治, 渡辺 隆, 丸山暉彦: 低スチーフネス状態におけるアスファルト混合物の疲労破壊特性に関する研究, 土木学会論文集, No.366, pp.143-151, 1986.
- 3) 鈴木一隆, 高橋 修, 丸山暉彦, 稲葉武男: 格子パネルを用いた埋設ジョイントのひずみ分散効果に関する研究, 土木学会第 48 回年次学術講演会講演概要集, 第 5 部, pp.794-795, 1993.

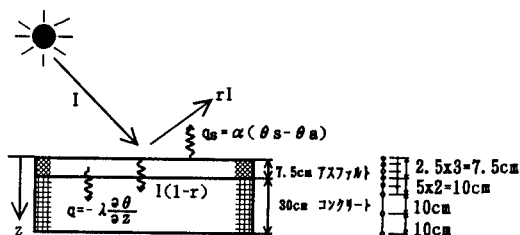


図 3 FEM による温度解析のモデル

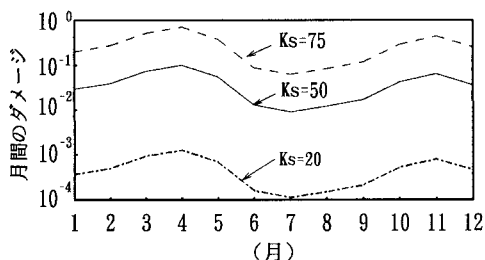


図 5 月によるダメージの違い(新潟市)

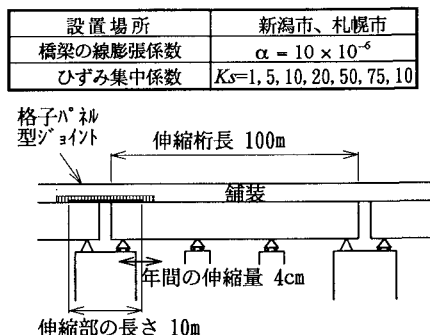


図 4 ダメージ推定例

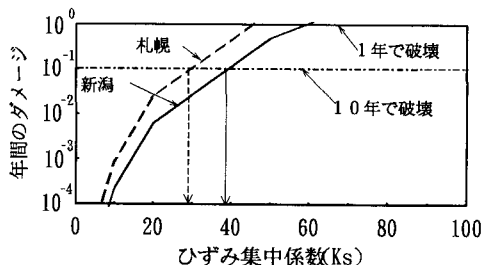


図 6 年間のダイメージ